DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijrdr.2013.3055

فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۱۹، شمارهٔ ٤، صفحهٔ ٦٩٢-٦٧٩ (۱۳۹۱)

اثر متقابل زئولیت میانه و پلیمر طراوت A200 بر ظرفیت نگهداری آب و ضرایب مدل منحنی رطوبتی در یک بافت خاک سبک

حبیب‌الله بیگی‌هرچگانی[1*] و مرضیه حق‌شناس گرگابی[2]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد
پست‌الکترونیک: beigi.habib@gmail.com
۲- کارشناسی‌ارشد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۰۸ تاریخ پذیرش: ۹۰/۰۸/۲۲

چکیده

در این مطالعه اثر زئولیت میانه و پلیمر طراوت A200 بر نگهداشت آب در یک خاک درشت بافت بررسی شد. زئولیت میانه در سطوح (۲، ۵ و ۸ درصد) و پلیمر طراوت A200 در چهار سطح (۰/۲، ۰/٤، ۰/٦ و ۰/۸ درصد وزنی) به خاک اضافه و مخلوط شد. رطوبت خاک در مکش‌های ۰ تا ۱۵۰۰ کیلوپاسکال در ۸ نقطه تعیین شد. ضرایب منحنی رطوبتی خاک با برازش مدل کمبل (۱۹۷٤) بدست‌آمد. نتایج نشان داد که افزودن زئولیت و یا پلیمر طراوت A200 به بافت شنی باعث افزایش نگهداشت آب در مکش‌های مختلف و افزایش آب قابل‌استفاده می‌شود. کاربرد ۸ درصدی زئولیت میانه ضمن بالابردن رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی (FC) از ۱۱٪ به ۱۳٪ باعث افزایش آب قابل‌استفاده به میزان ۲ درصد شد. همچنین افزودن ۰/۲ درصدی پلیمر A200باعث افزایش ٦ درصد آب قابل‌استفاده شد. تغییر ضرایب شکل در مدل منحنی رطوبتی در پاسخ به افزودن همزمان زئولیت و پلیمر طراوت A200 نشان‌دهنده‌ی اثرهای جمع‌پذیر و تشدیدی آنها بود. با افزودن ۵ درصدی زئولیت و با افزودن ۰/۲ درصدی پلیمر طراوت A200، ضریب ψ_e از ۰/۲۱ به ۲/۰۰ افزایش و ضریب λ از ۷/۳۷ به ۵/٤۰ کاهش یافت که متناظر با ۷٪ افزایش در آب قابل‌استفاده است. کاربرد همزمان زئولیت میانه و پلیمر طراوت A200 می‌تواند حجم آب مورد نیاز گیاه را کاهش و یا طول دوره‌ی آبیاری را افزایش دهد و در مقایسه با کاربرد تنهای پلیمر ارزان‌تر بوده و احتمالاً از خسارت ناشی از تورم محیط خاک به ریشه گیاه بکاهد.

واژه‌های کلیدی: زئولیت، پلیمر طراوت A200، نگهداری آب در خاک، منحنی رطوبتی خاک

مقدمه

در مناطق خشک و بیابانی ایران، آب مهمترین عامل محدودکننده توسعه پوشش گیاهیست و رشد بسیاری از گیاهان را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. افزودن مواد اصلاحی به خاک برای افزایش کارایی مصرف آب و بهبود خواص فیزیکی خاک یکی از مهمترین راه‌های مقابله با کمبود آب بشمار می‌رود (نورافکن، ۱۳۸٦). ازجمله این مواد

اصلاحی می‌توان به کانی‌های زئولیت[1] و پلیمرهای سوپرجاذب رطوبت اشاره کرد.

زئولیت‌ها کانی‌هایی طبیعی بوده و کلینوپتی‌لولیت‌ها[2] زئولیت‌های رایج برای اهداف کشاورزی هستند. طبیعت متخلخل این کانی‌ها باعث افزایش سطح ویژه و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) آنها می‌شود (Shaddox, 2004). زئولیت‌ها دارای عناصری مانند پتاسیم، کلسیم، سدیم، آلومینیوم، منیزیم، سیلسیم، فسفر، گوگرد، مس، آهن و منگنز بوده و به‌عنوان مکمل کودهای کشاورزی محسوب می‌شوند. علاوه بر این، از زئولیت‌های کلینوپتی‌لولیت در کشاورزی برای افزایش نگهداشت رطوبت خاک و کاهش آبشویی نیترات استفاده می‌شود (طباطبایی، ۱۳۸۰).

Yasuda *et al.*, (1995) تغییرات نگهداری آب را در اثر اضافه کردن زئولیت به خاک شنی بررسی کردند. آنها با برازش مدل ون‌گنوختن (van Gnuchten *et al.*, 1991) به منحنی رطوبتی به افزایش مقدار رطوبت قابل دسترس پی بردند. در پی آن، در تحقیق دیگری از Yasuda *et al.*, (1998) اثر زئولیت بر کنترل آب و شوری در خاک بررسی شد. طی این آزمایش زئولیت علاوه بر افزایش ظرفیت نگهداری آب به‌عنوان یک ملایم‌کننده زیان شوری برای گیاهان تحت آبیاری با آب شور معرفی شد.

بنابراین به نظر می‌رسد که انواع زئولیت تأثیرهای متفاوتی بر رطوبت خاک به جای گذارند. اسدکاظمی (۱۳۸٤) نشان داد که کاربرد ٦ درصدی زئولیت سمنان نسبت به کاربرد ٦ درصدی زئولیت فیروزکوه بیشترین افزایش را در رطوبت قابل استفاده خاک باعث می‌شود. از طرف دیگر، کاربرد ٦ درصدی زئولیت سمنان تحت کم آبیاری ٦٧٪ و تیمار ٦ درصدی زئولیت فیروزکوه و آبیاری ٦٧٪ توانستند رشد طولی سرو نقره‌ای را برابر تیمار شاهد کنند. به عبارت دیگر، کاربرد ٦ درصدی این دو زئولیت نیاز آبی سرو نقره‌ای را به‌میزان یک سوم شاهد کاهش داد.

Abdi (2008) با اضافه کردن سطوح مختلف زئولیت (۰، ۵،۱۰ و۱۵ درصد) به محیط کشت چمن کنتاکی بلوگراس[3] و اعمال ۳ سطح تخلیه رطوبتی خاک (۲۵، ٤٥ و ٦٥ درصد) دو ماه بعد از کشت بذرها (گذشت دوره استقرار) چنین نتیجه گرفت که کاربرد ۱۵٪ زئولیت به‌همراه اعمال پایین‌ترین درصد تخلیه رطوبتی خاک (۲۵ درصد) باعث بیشترین رویش و کیفیت چمن شد. سطوح ۵ و ۱۰ درصدی زئولیت اختلاف معنی‌داری را با شاهد از خود نشان ندادند.

سوپرجاذب‌ها ژل‌های آب‌دوست و دارای ساختمان پلیمری زنجیری سه بعدی هستند که قادرند در محیط آبی متورم شوند. توانایی جذب آنها بستگی به عوامل مختلفی دارد. درجه تشکیل شبکه پلیمری، اندازه ذرات، واکنش آب (pH)، و حضور ترکیبات شیمیایی ازجمله عوامل مؤثر در جذب آب هستند (سهراب، ۱۳۸۲).

کاربرد هیدروژل‌های جاذب رطوبت از جدیدترین شیوه‌های آبیاری برای مناطق خشک است که به کمک آن می‌توان مصرف آب آبیاری را به طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش داد. این پلیمرها ضمن برخورداری از سرعت و ظرفیت زیاد جذب آب به مثابه آب انبارهای مینیاتوری عمل کرده و در موقع نیاز ریشه، آب را در اختیار آن قرار می‌دهند. پلیمرهای سوپرجاذب ضمن بالابردن ظرفیت نگهداری آب در خاکهای سبک می‌توانند با جذب سریع آب و حفظ آن، بازده جذب آب ناشی از بارندگیهای

1-Zeolite
2-Clinoptilolite
3-Poa pratensis

پراکنده را بالابرده و در صورت آبیاری خاک، فواصل آبیاری را افزایش دهند. مقدار این افزایش با توجه به شرایط فیزیکی خاک، آب و هوا و میزان مصرف سوپرجاذب در خاک متفاوت است (سهراب، ۱۳۸۲).

غیور و همکاران (۱۳۸٤) از آثار متفاوت حاصل از ۵ نوع ماده جاذب رطوبت روی ظرفیت نگهداشت آب در بافت‌های مختلف خاک نتیجه گرفتند که پلیمرهای ابر جاذب در هر مکش از منحنی مشخصه رطوبتی خاک با توجه به مقادیر سطح استفاده از آنها تا چندبرابر درصد حجمی رطوبت خاک را افزایش می‌دهند. با توجه به رطوبت قابل دسترس، بهترین نتیجه در مورد بافت لومی و کاربرد پلیمر اکوازورب در سطوح استفاده ٤ و ۸ گرم در کیلوگرم خاک بدست‌آمد. مقدار رطوبت در این شرایط به‌ترتیب ۲ تا ٤ برابر نسبت به شاهد افزایش داشت.

البته منحنی رطوبتی خاک در آبیاری و زهکشی دارای اهمیت زیادی می‌باشد، زیرا تأثیر ساختمان خاک، تخلخل، توزیع اندازه خلل و فرج و جذب سطحی را بر حالت آب در خاک بیان می‌کند. حالت آب در خاک و تغییرات آن در خاکرخ، تعیین‌کننده جهت حرکت آب در خاک می‌باشد و در میزان حرکت آب در خاک و جذب آن به وسیله گیاه مؤثر است (عالمی، ۱۳٦۰). چنین می‌توان انتظار داشت که عوامل مؤثر بر شکل منحنی، ضرایب مدل یا تابع منحنی رطوبتی به‌ویژه ضرایب شکل را نیز تحت تأثیر قرار دهند (سهراب، ۱۳۸۲). ازجمله آنها ضرایب α (عکس مکش ورود هوا) و n (شیب منحنی رطوبتی) در منحنی رطوبتی ون‌گنوختن (van Gnuchten *et al.*, 1991) هستند. ضرایب شکل بیانگر سرعت تخلیه‌ی رطوبت خاک تحت نیروی ثقل و یا انرژی تبخیر محیط هستند.

بانج شفیعی و همکاران (۱۳۸۵) اثر سوپرآب A200 را بر ویژگیهای رطوبتی ماسه‌بادی ارزیابی کردند. متناسب با سطح مصرف پلیمر نگهداشت رطوبت در همه‌ی مکش‌ها افزایش یافت و شکل منحنی رطوبتی دچار تغییرات شد. تورم خاک و در نتیجه آسیب به ریشه‌ی گیاه و کاهش آبگیری پلیمر ازجمله نگرانی‌هایی بود که آنها ذکر کردند. به نظر می‌رسد این پژوهشگران افزایش یک بافت سنگین مثل رس‌سیلتی به ماسه بادی را بر افزایش پلیمر ترجیح دهند. در مطالعه‌ای دیگر، اثر متقابل سطوح متفاوت سوپرآب A200 و شوری خاک بر ظرفیت نگهداشت آب در چند بافت از جمله در یک بافت شنی بررسی شد (سید دراجی و همکاران، ۱۳۸۸). در این مطالعه هم به اثرهای مثبت سوپرآب A200 بر خاک شنی و نیز به تغییرات منحنی رطوبتی تحت تأثیر کاربرد آن اشاره شده است. در هیچ کدام از این دو مطالعه تغییرات ضرایب شکل مدلهای منحنی رطوبتی بررسی نشده است.

کاربرد همزمان یک زئولیت با یک پلیمر سوپرجاذب شاید بتواند برخی نگرانی‌ها (مانند قیمت زیاد و اثر زیان‌بارتورمی) در مورد کاربرد تنهای پلیمر را کاهش دهد. از این رو به نظر می‌رسد تاکنون اثر کاربرد همزمان زئولیت میانه و پلیمر سوپرجاذب طراوات A200 بر نگهداشت رطوبت و بر شکل منحنی رطوبتی به‌ویژه در یک خاک شنی مورد بررسی قرار نگرفته است. در این تحقیق اثر کاربرد همزمان سطوح مختلف زئولیت کلینوپتیلولیت میانه و سطوخ مختلف پلیمر طراوت A200 بر نگهداشت آب، آب قابل‌استفاده و همچنین بر ضرایب مدل منحنی رطوبتی کمبل (Campbell, 1974) در یک بافت خاک بسیار سبک مورد ارزیابی قرار گرفت. هدف از اجرای این تحقیق، ارزیابی کارآیی و کاربرد همزمان این

مواد اصلاح‌کننده‌ی خاک در پرورش گیاهان مرتعی در شرایط کم‌آبی و استقرار آنها در عملیات بیابان‌زدایی می‌باشد.

مواد و روشها

در این مطالعه یک خاک شنی از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری از یکی از مزارع حواشی رودخانه زاینده‌رود در شهر سامان واقع در استان چهارمحال و بختیاری نمونه‌برداری شد. خاک مورد نظر بعد از انتقال به آزمایشگاه کوبیده و از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. برخی از ویژگیهای اولیه این خاک در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به رس بسیار کم، شن بسیار زیاد، و کربن آلی ناچیز می‌توان این خاک را مشابه خاکهای اراضی بیابانی قلمداد کرد.

زئولیت مورد استفاده در این مطالعه زئولیت کلینوپتی‌لولیت میانه (از معادن شهر میانه از توابع استان آذربایجان‌شرقی) بود که از شرکت افرندتوسکا تهیه شد و بعد از عبور از الک دو میلی‌متری با خاک مخلوط گردید. برخی از خصوصیات کلی این نوع زئولیت در جدول ۲ آمده است. پلیمر طراوت A۲۰۰ ساخت شرکت رهاب‌رزین (تحت لیسانس پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران) از شرکت سبز جهان‌گستر واقع در شهرک علمی تحقیقاتی اصفهان تهیه شد. پلیمر سوپرجاذب A۲۰۰ از نوع آکریل‌آمید، آکریلیک‌اسید و پتاسیم‌آکریلات است (شکل ۱). برخی از مشخصات پلیمر طراوت A۲۰۰ در جدول ۳ نشان داده شده است.

زئولیت کلینوپتیلولیت میانه در ۳ سطح (۲، ۵ و ۸ درصد وزنی) و پلیمر طراوت A200 در ٤ سطح (۰/۲، ۰/٤، ۰/٦ ، و ۰/۸ درصد وزنی) با سه تکرار به خاکها اضافه و مخلوط شد. علاوه بر این، سه تکرار شاهد (بدون کاربرد پلیمر و زئولیت) نیز در نظر گرفته شد. سطوح مواد اصلاحی با توجه به سطوح بکار رفته در کارهای دیگر (سهراب، ۱۳۸۲؛ اسدکاظمی ۱۳۸٤ و Abdi, 2008) و نیز با توجه به اقتصادی بودن افزایش این مواد به خاک انتخاب شد.

درصد وزنی رطوبت در مکش‌های ۰، ۵، ۷/۵ و ۱۰ کیلوپاسکال به وسیله دستگاه ستون آب آویزان[1] اندازه‌گیری شد. برای این منظور ابتدا صفحه سرامیکی دستگاه و نمونه خاک به مدت ۲٤ ساعت اشباع شدند. سپس نمونه اشباع شده به مدت ۲٤ ساعت تحت فشار مورد نظر قرار گرفت. بعد از ۲٤ ساعت وزن نمونه مرطوب اندازه‌گیری و به مدت ۲٤ ساعت در داخل آون قرار داده شد. با استفاده از رابطه‌های (۱) و (۲) رطوبت وزنی و حجمی در مکش مورد نظر تعیین شد.

$$\theta_m = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \qquad (۱)$$

$$\theta_v = \theta_m \times \rho_b \qquad (۲)$$

که در آنها: θ_m و θ_v به‌ترتیب رطوبت وزنی خاک و رطوبت حجمی خاک، m_2 و m_1 به‌ترتیب وزن خاک مرطوب و وزن خاک خشک شده در آون و ρ_b چگالی ظاهری خاک است.

رطوبت در مکش‌های ۳۳، ۱۰۰، ۵۰۰، ۱۵۰۰ کیلوپاسکال با کمک دستگاه محفظه فشاری اندازه‌گیری شد. برای آماده کردن نمونه‌ها برای قرار دادن در دستگاه صفحات فشاری به‌ترتیب زیر عمل شد: ابتدا صفحات سرامیکی دستگاه مذکور به مدت ۲٤ ساعت اشباع شدند.

1- Hanging water column

سپس خاک مخلوط شده با زئولیت در استوانه‌هایی از جنس PVC به قطر ٦ سانتی‌متر و ارتفاع ۲ سانتی‌متر، که بر روی صفحات سرامیکی قرار داشتند، انتقال داده شد. نمونه‌ها به مدت ۲٤ ساعت با آب شهر (EC=۰/٤dS/m) اشباع شدند و در روز بعد به مدت ۲٤ تا ٤۸ ساعت برای تعیین منحنی رطوبتی تحت فشار معادل مکش مورد نظر در دستگاه محفظه فشاری قرار گرفتند. بعد از رسیدن به تعادل، نمونه‌ها از دستگاه خارج و بلافاصله وزن شدند. سپس نمونه‌ها به مدت ۲٤ ساعت در دمای $105^{\circ C}$ در آون کاملاً خشک شدند و وزن نهایی آن نیز اندازه‌گیری شد. بعد از تعیین رطوبت وزنی (رابطه‌ی ۱) و با استفاده از جرم ویژه ظاهری، رطوبت حجمی محاسبه شد (رابطه‌ی ۲).

به‌منظور بررسی اثر کاربرد زئولیت میانه و پلیمر طراوت A200 بر شکل و ضرایب منحنی رطوبتی خاک از مدل کمبل (۱۹۷٤) استفاده شد. معادله کمبل (۱۹۷٤) در رابطه‌ی ۳ ارائه شده است:

$$\psi = \psi_e \left(\frac{\theta_s}{\theta} \right)^{\lambda} \qquad (۳)$$

که در آن ψ= قدر مطلق پتانسیل ماتریک (مکش)، θ= رطوبت حجمی، θ_S= رطوبت حجمی اشباع، ψ_e= پتانسیل ورود هوا و λ= شاخص توزیع اندازه منافذ خاک است. ضریب λ بیانگر شیب تابع نگهداشت رطوبت بوده و ضریب شکل نام دارد.

ضریب مدل مذکور با برازش هر مدل به داده‌های آزمایشی هر تکرار از هر تیمار با استفاده از نرم‌افزار SWRC 3.0 بدست‌آمد. این نرم‌افزار توسط دورادو- نتو و همکاران با هدف تخمین پارامترهای ۱۲ مدل منحنی رطوبتی خاک با استفاده از روش حداقل مربعات توسعه یافته و از اینترنت قابل دانلود است. اثر زئولیت و پلیمر طراوت A200 بر ویژگیهای رطوبتی خاک (رطوبت در هر مکش، آب قابل‌استفاده) و ضرایب مدل کمبل (Campbell, 1974) با استفاده از تجزیه واریانس بررسی شد. برای مقایسه میانگینهای رطوبت در هر مکش، و ضرایب مدل کمبل از آزمون LSD و سطح احتمال ۵٪ استفاده شد. این محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار STATISTICA 8.0 انجام شد.

نتایج

اثر کاربرد مواد اصلاحی بر نگهداشت آب

نتایج تجزیه واریانس اثر زئولیت میانه و سوپرجاذب A۲۰۰ بر نگهداشت رطوبت در خاک شنی در جدول ٤ آمده است. کاربرد زئولیت میانه و سوپرجاذب A۲۰۰ نگهداشت رطوبت در خاک را در تمام مکش‌های اندازه‌گیری شده افزایش داد (p< ۰/۵) (جدول ٤). اثر متقابل دو ماده‌ی اصلاحی عموماً تا مکش‌های زیر kPa ۵۰۰ معنی‌دار بود.

تغییرات درصد رطوبت حجمی در مکش‌های مختلف به‌دنبال کاربرد مواد اصلاحی در شکل ۲ نشان داده شده است. به طور کلی در تمامی مکش‌ها با افزایش کاربرد زئولیت میانه و سوپرجاذب A۲۰۰ درصد رطوبت حجمی به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت (p<۰/۰۵). درصد حجمی رطوبت با افزایش کاربرد زئولیت میانه و سوپرجاذب A۲۰۰ در تمام مکش‌ها نیز به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. به‌طوری‌که بیشترین افزایش در مکش صفر و یا نقطه اشباع رخ داد. با افزایش مکش، از میزان افزایش رطوبت حجمی به‌ازای کاربرد ماده‌ی اصلاحی کاسته شد.

بیشترین افـزایش نگهـداری رطوبـت در نقطـه FC بـا کـاربرد ۸٪ زئولیـت رخ داد. در نقطـه ۳۳ کیلـو پاسـکال تمامی سطوح کاربرد با شاهد و بـا سـطح قبلـی اخـتلاف معنی‌داری نشـان دادنـد (p<۰/۰۵)، ولـی در نقطـه PWP فقـط کـاربرد ۸ درصـدی زئولیـت کلینوپتیلولیـت میانـه اختلاف معنی‌داری در مقابل شاهد ایجاد کرد. البته کاربرد ۰/۸ درصدی سوپرجاذب رطوبـت حجمـیFC را از ۱۲٪ به٤۰٪ افزایش داده است که بیش از ۳ برابر افزایش نسبت به شاهد است. با افزایش مکـش میـزان افـزایش رطوبـت حجمی کاهش یافت، مثلاً در PWP کاربرد ۰/۸ درصـدی سوپرجاذب رطوبت حجمی را فقط حدود دو برابر شـاهد افزایش داد. در تمامی مکش‌های اندازه‌گیری شـده تمـامی سطوح کاربرد سوپرجاذب اختلاف معنی‌داری با شـاهد و با سطوح قبلی ایجاد کرد. به‌طورکلی پاسخ خاک به کاربرد زئولیت کمتر از پاسخ آن به کاربرد پلیمر طراوت A200 بود (شکل ۲).

اثر کاربرد مواد اصلاحی بر آب قابل‌استفاده خاک

مقدار آب قابل‌استفاده گیاه بین دو حد پتانسیلی FC و PWP قرار دارد. یک خاک خوب خاکی اسـت کـه PWP آن پایین باشد و یک اثر مثبت ماده اصلاح‌کننده آن اسـت که FC را افزایش دهد و تأثیر چندانی روی PWP نگذارد. از آن جایی‌که مواد اصلاح‌کننده معمـولاً هـم FC و هـم PWPرا افزایش می‌دهند؛ احتمالاً تفاضل این دو شـاخص یعنـی آب قابـل‌اسـتفاده (FC-PWP) معیـار خـوبی بـرای قضاوت در مورد اثر مواد اصلاح‌کننده بشمار می‌رود.

تغییرات و رابطه‌ی FC و PWP بـا افـزودن دو مـاده‌ی اصلاح‌کننده در شکل ۳ نشان داده شده است. افـزودن دو ماده‌ی اصلاح‌کننده FC و PWP را به طور خطـی افـزایش داد. به‌ازای افزودن هر یـک درصـد زئولیـت FC وPWP به‌ترتیب ۰/۲۵ و ۰/۱۵ درصد حجمی افزایش نشان دادند. پـس افـزودن ۱۰ درصـد زئولیـت بـه خـاک شـنی آب قابل‌استفاده را در حدود ۱ درصد افزایش می‌دهد. بـه‌ازای افزودن هر یک درصد پلیمر A۲۰۰ درصد حجمی FC و PWPبه‌ترتیـب حـدود ۳٤ و ۱۱ افـزایش مـی‌یابـد. پـس افـزودن ۱ درصـد پلیمـر A۲۰۰ بـه خـاک شـنی آب قابل‌استفاده را بیش از ۲۰ درصد افزایش می‌دهـد (شـکل ۳). پس از نظر افزایش آب قابل‌استفاده پلیمرA۲۰۰ بسیار مؤثرتر از زئولیت میانه است.

عملاً کاربرد ۱۰ درصدی زئولیت کلینوپتیلولیـت میانـه باعث افزایش آب قابل‌استفاده از ۳/۵ به ۵/۰ درصد یعنـی به‌میزان ۱/٤ برابر شاهد شد (p<۰/۰۵). به‌نحوی‌که در اثـر کاربرد پلیمر سوپرجاذب طراوتA۲۰۰ آب قابـل‌اسـتفاده خاک افزایش چشمگیری نسبت به شاهد نشان داد (شـکل ۳). به‌طـوری‌کـه در کـاربرد ۰/۸ درصـدی ایـن مـاده آب قابل‌استفاده بیش از ٦ برابر نسبت به شاهد افـزایش یافـت (شکل ۳). در بسیاری از موارد کاربرد پلیمر به مقـدار کـم محدود می‌شود، به‌ویژه اگر خطر آسـیب بـه ریشـه گیـاه، ناشی از تورم خاک تیمار شده با پلیمر، موجـود باشـد. از طرف دیگر کاربرد ماده اصلاحی بایـد مقـرون بـه صـرفه باشـد. مـثلاً کـاربرد ۰/۲ درصـدی پلیمـر و ۵ درصـدی زئولیت ممکن است معقول‌تر و عملی‌تر باشد. البته مقـدار آب قابل‌استفاده در این صـورت (بـا توجـه بـه شـکل ۳) به‌ترتیب ۸/۱ و ٤ درصد خواهد بود که به‌ترتیب افزایشـی به مقدار ٤/٦ و ۰/۵ درصد در پی خواهد داشت.

به‌منظور بررسی اثـر متقابـل کـاربرد زئولیـت میانـه و سوپرجاذب طراوتA۲۰۰ بر آب قابـل‌اسـتفاده در خـاک شـنی، تغییـرات آب قابـل‌اسـتفاده در اثـر کـاربرد مقـادیر

مختلف یک ماده اصلاحی در سطوح کاربرد ماده‌ی دیگر رسم شد (شکل ٤). طبق نمودار سمت چپ شکل ٤ با کاربرد ۰/۲ درصد پلیمرA۲۰۰ شیب خط مربوط از ۰/۰۹ به ۰/۲۹ افزایش می‌یابد (p<۰/۰۵)، ولی کاربرد بیشتر پلیمر شیب را تغییر نمی‌دهد (P>۰/۵). به عبارت دیگر با کاربرد ۰/۲ درصد پلیمر و کاربرد ۱۰ درصد زئولیت می‌توان یک اثر تشدیدی ۲ درصدی بر آب قابل‌استفاده انتظار داشت. در نمودار سمت راست شکل ٤ اثر چهار سطح زئولیت در هر سطح کاربرد پلیمر نشان داده شده است. دیده می‌شود که در هر سطح کاربرد پلیمر تفاوت معنی‌داری در آب قابل‌استفاده با کاربرد زئولیت ایجاد می‌شود. در این نمودار مقادیر آب قابل‌استفاده در عدم کاربرد و کاربرد ۸ درصدی زئولیت و تغییر بدست‌آمده از این کاربرد نشان داده شده است. همان‌طور که دیده می‌شود بیشترین افزایش (۲/۵ درصد) با کاربرد ۸ درصدی زئولیت در سطح ۰/۲ درصد پلیمر ایجاد می‌شود.

اثر کاربرد مواد اصلاحی بر شکل و ضرایب منحنی رطوبتی

میانگین آماره‌های کیفیت برازش مدل که در محاسبه‌ی آنها از داده‌های تمام واحدهای آزمایشی استفاده شده است در جدول ۵ دیده می‌شود. مدل کمبل به‌خوبی داده‌های آزمایشی را توجیه می‌کند (R2 بسیار بالا و MSE بسیار پایین است). ضمناً AIC های منفی نشانه مناسب بودن برازش این مدل است.

نتایج تجزیه واریانس ضرایب مدل منحنی رطوبتی تحت تأثیر زئولیت کلینوپتیلولیت میانه، سوپرجاذب طراوتA۲۰۰ و اثر متقابل آنها در خاک شنی در جدول ٦ دیده می‌شود. در حالی‌که کاربرد سوپرجاذبA۲۰۰ همه‌ی ضرایب مدل منحنی رطوبتی را تغییر داد (p< ۰/۵)، و کاربرد تنهای زئولیت میانه فقط θ_s را افزایش داد (جدول ٦). البته اثر متقابل دو ماده‌ی اصلاحی در تمام ضرایب مدل منحنی رطوبتی تغییر ایجاد کرد (جدول ٦).

ضرایب مدل تحت کاربرد ترکیبهای مختلف سوپرجاذب طراوتA۲۰۰ و زئولیت کلینوپتیلولیت میانه در جدول ۷ ارائه و مقایسه شده است. با کاربرد تنهای زئولیت میانه و افزایش مقدار آن، مقدار θs به‌طور معنی‌داری افزایش و از ۳۳٪ به ۳٦٪ رسید (p<۰/۰۵)، ولی تغییر معنی‌داری در ψ_e (پتانسیل ورود هوا) و λ (شاخص توزیع اندازه منافذ خاک) دیده نشد. با کاربرد سوپرجاذب تنها و افزایش مقدار آن، مقدار θ_s به‌شدت افزایش یافت (p<۰/۰۵) و به ۸۳٪ رسید. مقدار θ_s در هر سطح کاربرد سوپرجاذب با θ_s سطح دیگر متفاوت بود (p<۰/۰۵). با افزایش سطح استفاده از سوپرجاذب ψ_e یعنی پتانسیل ورود هوا افزایش (p<۰/۰۵) و مقدار λ کاهش یافت (جدول ۷).

تأثیر پلیمر طراوت A200 بر شکل و ضرایب منحنی رطوبتی(θs، ψ_e، و λ) بسیار شدیدتر از تأثیر زئولیت میانه بود. به‌طوری‌که تغییرات ایجاد شده حکایت از افزایش ظرفیت نگهداشت آب، تأخیر در از دست دادن آب ثقلی و غیرثقلی داشته که از اثر مثبت زئولیت و طراوتA200 در ایجاد تخلخل ریز و نگهداشت بیشتر آب ناشی می‌شود.

جدول ۱- برخی خصوصیات نمونه خاک مورد مطالعه

رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	چگالی ظاهری ($g\ cm^{-3}$)	کربن آلی (٪)	pH	EC (dS/m)	کربنات کلسیم معادل (٪)
٤	١٣	٨٣	١/٤٧	٠/٠٨	٧/٧٨	٠/٤٣	١٥

pH و EC: هر دو در عصاره‌ی اشباع و با الکترود اندازه‌گیری شده‌اند.

جدول ۲- درصد وزنی عناصر موجود در زئولیت کلینوپتیلولیت میانه به‌صورت اکسید آنها و درصد کاهش وزن زئولیت در کوره (LOI)

SiO_2	Al_2O_3	CaO	K_2O	Na_2O	Fe_2O_3	MgO	MnO	P_2O_5	LOI*
٦٥	١٢/٢	٢/٣	٣	١/٨	١/٥	٠/١	٠/٠٤	٠/٠١	١٢

* درصد از دست رفت آب در اثر خشکاندن در کوره

جدول ۳- برخی از مشخصات کلی پلیمر طراوت A۲۰۰

مشخصات	A۲۰۰
حالت ظاهری	دانه‌های سفید شکر مانند
رطوبت (٪)	٥-٧
چگالی($Mg\ m^{-3}$)	١/٤-١/٥
pH محلول آبی	٦-٧
اندازه ذرات (µm)	٥٠-١٥٠
ظرفیت جذب آب مقطر(g/g)	٢٢٠
ظرفیت جذب آب شهر (g/g)	١٩٠
ظرفیت جذب آب ٠/٩٪ NaCl (g/g)	٤٥

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس رطوبت در مکش‌های مختلف حاصل از تأثیر سوپرجاذب طراوت A۲۰۰ ، زئولیت کلینوپتیلولیت میانه و اثر متقابل آنها در خاک شنی

منبع تغییرات	درجه آزادی	θ_s	$\theta_{٥}$	$\theta_{١٠}$	$\theta_{٣٣}$	$\theta_{١٠٠}$	$\theta_{٥٠٠}$	$\theta_{١٥٠٠}$
سوپرجاذب طراوت A۲۰۰	٤	٠/٠٠٠ ***	٠/٠٠٠ ***	٠/٠٠٠ ***	٠/٠٠٠ ***	٠/٠٠٠ ***	٠/٠٠٠ ***	٠/٠٠٠ ***
زئولیت کلینوپتیلولیت میانه	٣	٠/٠٠٠ ***	٠/٠٠٠ ***	٠/٠٠٠ ***	٠/٠٠٠ ***	٠/٠٠٠ ***	٠/٠٠٠***	٠/٠٢٤ *
سوپرجاذب A۲۰۰× زئولیت میانه	١٢	٠/٠١٩*	٠/٠٠١***	٠/٠٦٦n.s	٠/٠٢٢*	٠/٠١٠*	٠/١٥٠n.s	٠/٣٩٠n.s

ارقام متن جدول p-value هستند. ***: p<٠/٠٠١، **: p<٠/٠١ ، *: p<٠/٠٥ و n.s: عدم معنی‌داری.

جدول ٥- میانگین آماره‌های کیفیت برازش مدل منحنی رطوبتی کمبل (١٩٧٤) به خاک شنی (از داده‌های تمام واحدهای آزمایشی در محاسبه استفاده شده است).

مدل	R^{2***}	MSE**	AIC*
کمبل (١٩٧٤)	٠/٩٨٩	٠/٠٠٠٦	-١٣/٤٢

* Akaike Information Criterion ** Mean sum of square errors *** R-square

جدول ٦- نتایج تجزیه واریانس ضرایب مدل منحنی رطوبتی حاصل از تأثیر زئولیت کلینوپتیلولیت میانه، سوپرجاذب طراوت A٢٠٠ و اثر متقابل آنها در خاک شنی

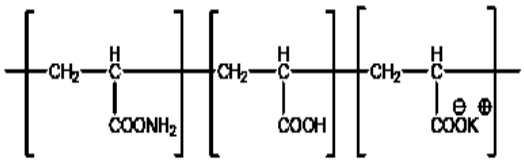
منبع تغییرات	درجه آزادی	ضرایب مدل کمبل (١٩٧٤)		
		ε	λ	ψ_e
سوپرجاذب طراوتA٢٠٠	٤	٣	٠/٠٠٠ ***	٠/٠٠٠ ***
زئولیت کلینوپتیلولیت میانه	٣	١٢	٠/٣٤٠ n.s	٠/٥٤٠ n.s
سوپرجاذب طراوتA٢٠٠* زئولیت میانه	١٢	٠/٠٢٠ *	٠/٠٢٠ *	٠/٠٠٠ ***

ارقام متن جدول p-value هستند. ***: p<٠/٠٠١، **: p<٠/٠١ ، *: p<٠/٠٥ و n.s: عدم معنی‌داری.

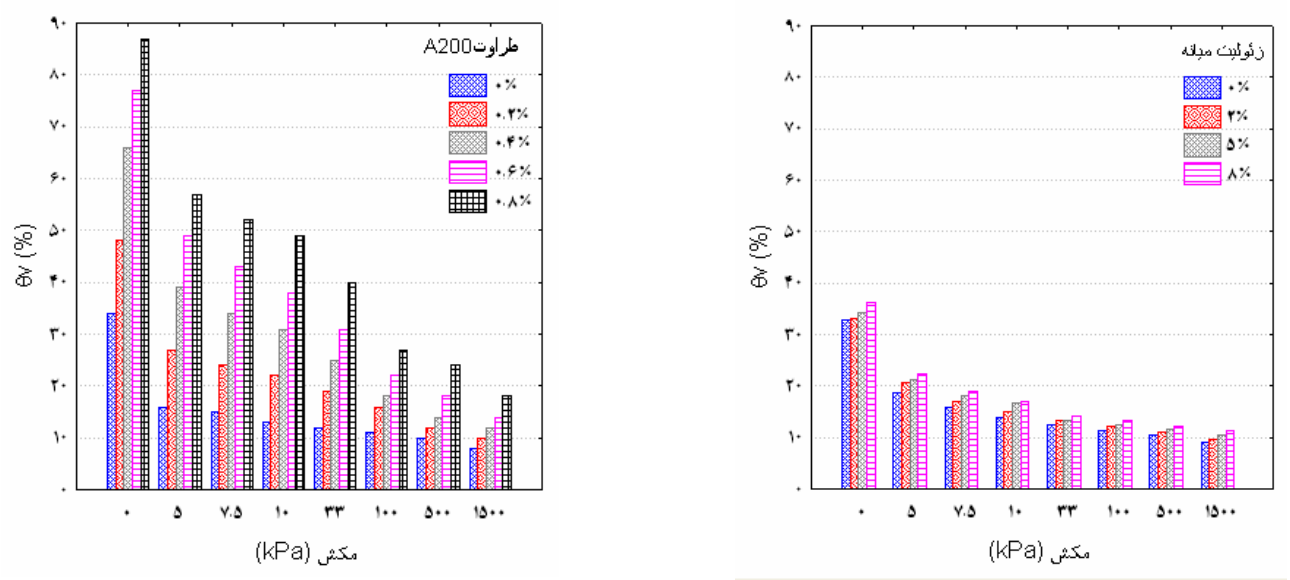
جدول ٧- ضرایب مدل کمبل (١٩٧٤) تحت تأثیر کاربرد همزمان سوپرجاذب طراوت A٢٠٠ و زئولیت کلینوپتیلولیت میانه در خاک شنی

ضرایب مدل	زئولیت (٪)	سوپرجاذب (٪)				
		٠	٠/٢	٠/٤	٠/٦	٠/٨
θ_s	٠	٠/٣٣٠ a	٠/٤٦٠ c	٠/٦٢٠ f	٠/٧٥٠ i	٠/٨٣٠ k
	٢	٠/٣٣٠ a	٠/٤٨٠ d	٠/٦٥٠ g	٠/٧٦٠ i	٠/٨٥٠ l
	٥	٠/٣٤٠ a	٠/٥٠٠ d	٠/٦٦٠ g	٠/٧٧٠ i	٠/٨٩٠ m
	٨	٠/٣٦٠ b	٠/٥١٠ de	٠/٦٩٠ h	٠/٨٠٠ j	٠/٩٢٠ n
ψ_e	٠	٠/٢١٠ a	١/٢٩٠ b	٣/٥٨٠ c	٤/٥٠٠ d	٦/٣٠٠ f
	٢	٠/٤٧٠ a	١/٣٨٠ b	٣/١٥٠ c	٥/٤٠٠ e	٥/٩٠٠ ef
	٥	٠/٤٦٠ a	٢/٠٠٠ b	٣/٥٠٠ c	٥/٦٠٠ e	٤/٤٠٠ d
	٨	٠/٣٥٠ a	١/٩٨٠ b	٣/٣٠٠ c	٥/٢٠٠ e	٤/٣٠٠ d
λ	٠	٧/٣٧٠ a	٥/٩٤٠ c	٤/٥٤٠ e	٤/٦٩٠ e	٤/٩٠٠ ef
	٢	٦/٩٦٠ b	٥/٨٦٠ c	٤/٦٩٠ e	٤/٣٧٠ e	٤/٩٠٠ ef
	٥	٧/١٠٠ ab	٥/٤٠٠ d	٤/٧١٠ e	٤/٤٩٠ e	٥/٢٢٠ d
	٨	٧/٢٠٠ ab	٥/٤٠٠ d	٤/٧٤٠ e	٤/٤٧٠ e	٥/١٣٠ d

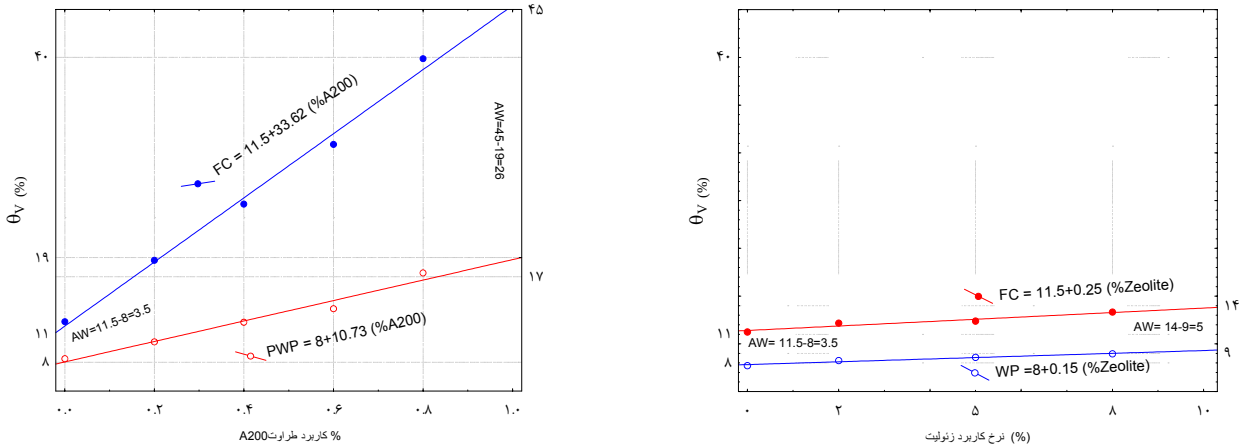
توضیح: میانگینهای دارای حروف مشترک برای هر ضریب اختلاف معنی‌داری ندارند (p<٠/٠٥).



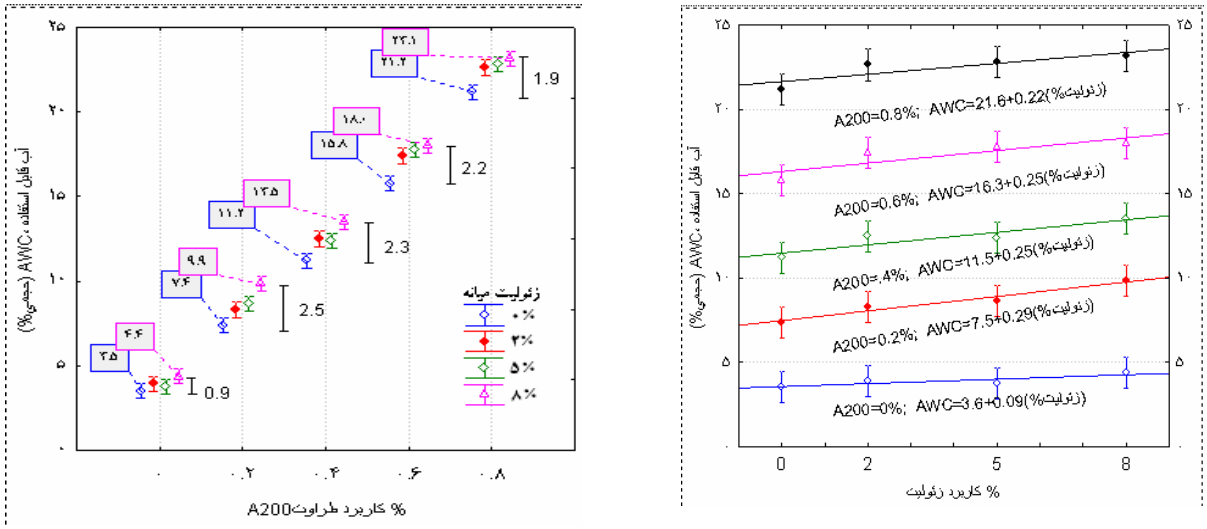
شکل ۱- ساختمان شیمیایی سوپرجاذب طراوت A۲۰۰



شکل ۲- تغییرات درصد رطوبت حجمی در مکش‌های ۰ تا ۱۵۰۰ کیلو پاسکال در خاک شنی در اثر کاربرد زئولیت کلینوپتیلولیت میانه و سوپرجاذب A۲۰۰.



شکل ۳- تغییرات آب قابل‌استفاده (محدوده بین دوخط FC و PWP) در خاک شنی در اثر کاربرد زئولیت میانه (سمت راست) و سوپرجاذب طراوت A۲۰۰ (سمت چپ)



شکل ٤- اثر متقابل کاربرد زئولیت میانه (سمت راست) و سوپرجاذب طراوت A۲۰۰ (سمت چپ) بر آب قابل‌استفاده در خاک شنی (در نمودار سمت راست رابطه‌ی آب قابل‌استفاده با درصد کاربرد زئولیت در پنج سطح کاربرد پلیمر دیده می‌شود. در نمودار سمت چپ مقادیر آب قابل‌استفاده در عدم و کاربرد ۸ درصد زئولیت در پنج سطح کاربرد پلیمر و افزایش آب قابل‌استفاده در اثر افزودن ۸ درصد زئولیت با ارقام لاتین نشان داده شده است).

بحث

مصرف زئولیت کلینوپتیلولیت میانه و پلیمر طراوت A200 باعث افزایش نگهداشت رطوبت در مکش‌های مختلف در خاک شنی شد. زئولیت به‌دلیل ساختار متخلخل خود می‌تواند تخلخل موئینه خاک را افزایش داده و نیز با جذب آب به درون خود می‌تواند میزان نگهداشت رطوبت در خاکهای شنی را بالا ببرد (Shaddox, 2004). جذب آب و تورم در محیط آبی به‌علت ساختمان پلیمری زنجیری و سه بعدی ویژگی اصلی سوپرجاذب‌هاست (سهراب، ۱۳۸۲).

به‌طورکلی نتایج تحقیق نشان داد که زئولیت مورد استفاده و پلیمر طراوت A200 ، ضمن بالاتر بردن رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی باعث افزایش میزان آب قابل‌استفاده در خاک شنی می‌شود. افزایش آب قابل‌استفاده در خاک شنی از آنجا ناشی می‌شود که زئولیت میانه و سوپرجاذب طراوت A۲۰۰ در این خاک FC را بیشتر از PWP افزایش می‌دهند. نگهداشت آب در مکش‌های بالاتر ناشی از جذب مربوط به زئولیت تنها است، بنابراین بیشتر از بافت خاک و خصوصاً سطح ویژه تأثیر می‌پذیرد (طباطبایی و خالدی،۱۳۸۰). به نظر می‌رسد آمیختن کانی زئولیت به خاک شنی با افزایش جذب رطوبت و نگهداشت آب در مکش‌های بالا همراه است. پس کاربرد سطوح بالای زئولیت میانه می‌تواند باعث افزایش مقدار آب قابل‌استفاده در خاکهای با بافت سبک شود و میزان آب قابل‌استفاده در این خاکها را به آب‌قابل‌استفاده در خاکهایی با بافت سنگین‌تر نزدیک کند (بانج شفیعی و همکاران ۱۳۸۵). افزایش آب قابل‌استفاده در خاک شنی تحت تأثیر کاربرد پلیمرهای سوپرجاذب قبلاً گزارش گردیده است (بانج شفیعی و همکاران، ۱۳۸۵). این افزایش به ساختمان شبکه‌ای پلیمر و تمایل آن به جذب آب نسبت داده شده است (سید دراجی و همکاران ۱۳۸۹). علاوه بر این تغییر توزیع اندازه‌ی

حفره‌های خاک از دیگر مکانیزم‌های درگیر ذکر شده است (نادری و واشقانی ۱۳۸۵).

کاهش ضریب λ نشان‌دهنده‌ی افزایش خلل و فرج ریز بوده و افزایش این گونه منافذ در جهت برطرف‌کردن مشکل عدم نگهداشت آب در خاکهای سبک می‌باشد. با کاهش λ می‌توان انتظار داشت که زمان نگهداشت آب در خاکها افزایش یابد. افزایش ψ_e نشانه تأخیر در خروج آب ثقلی و ورود هوا به خاک است.

اثر متقابل بین سوپرجاذب طراوت۲۰۰A و زئولیت کلینوپتیلولیت میانه باعث تغییرات معنی‌دار بر دو ضریب λ و ψ_e شد. این تغییرات در جهت بهبود شرایط فیزیکی خاک و در نتیجه افزایش نگهداشت آب و تأخیر در تخلیه آب است. از آنجایی‌که مقدار تغییرات این ضرایب به واسطه تأثیر سوپرجاذب طراوت۲۰۰A بسیار بیشتر از زئولیت کلینوپتیلولیت میانه بود، کاربرد بیشتر زئولیت همراه با سطوح پائین سوپرجاذب توصیه می‌گردد. با توجه به قیمت ارزان زئولیت در کشور (طباطبایی و خالدی،۱۳۸۰) می‌توان از این ماده به‌ویژه در خاکهای سبک ازجمله در خاکهای مناطق بیابانی برای بالابردن میزان نگهداشت آب و افزایش فواصل آبیاری گیاهان هم در گلدان و هم در عملیات صحرایی استفاده کرد.

نتایج این تحقیق نشان داد که افزودن سوپرجاذب طراوت۲۰۰A و افزودن زئولیت کلینوپتیلولیت میانه به خاک ویژگیهای مربوط به نگهداشت آب را بهبود می‌بخشند. همچنین مشخص شد که تأثیر سوپرجاذب طراوت۲۰۰A بر ویژگیهای مورد مطالعه نظیر FC، PWP، آب قابل‌استفاده، و ضرایب مدل منحنی رطوبتی قویتر از اثر زئولیت کلینوپتیلولیت میانه بود. با وجود این از لحاظ اقتصادی سوپرجاذب طراوت۲۰۰A خیلی گرانتر از زئولیت بوده (حدود ۱۰۰۰۰ تومان) و خاصیت تورمی شدیدتری در مقایسه با زئولیت دارد که احتمالاً به ریشه گیاه آسیب می‌رساند (بانج شفیعی و همکاران ۱۳۸۵). حال، اگر بتوان به جای مقداری از سوپرجاذب طراوت۲۰۰A مقداری زئولیت کلینوپتیلولیت میانه بکار برد ممکن است از نظر اقتصادی به‌صرفه‌تر باشد (طباطبایی و خالدی،۱۳۸۰). با توجه به اثر متقابل سوپرجاذب طراوت۲۰۰A و زئولیت کلینوپتیلولیت میانه و با استفاده از جدول ۷ می‌توان مقدار بهینه‌ی استفاده از این دو ماده را به‌منظور خاص تعیین کرد. منظور از مقدار بهینه آن مقداری است که ارزان‌تر بوده، خسارتی به گیاه نزند، و حداکثر صرفه‌جویی در مصرف آب را در پی داشته باشد. چنانچه فرض کنیم ظرفیت اشباعی در حدود ۵۰٪ برای خاک شنی هدف باشد و چون احتمالاً در این مقدار θ_s، ریشه گیاه از انبساط و انقباض شدید خاک آسیب نخواهد دید و با توجه به قیمت ارزان‌تر زئولیت، احتمالاً باید بیشتر از زئولیت و از مقدار کمتری پلیمر استفاده شود. طبق جدول ۷ استفاده از ۰/۲٪ پلیمر و حداقل ۵٪ زئولیت میانه این هدف را برآورده می‌سازد. در این حالت معادله‌ی کمبل در این خاک به شکل زیر خواهد بود:

$$\psi = 2.00 \left(\frac{0.50}{\theta} \right)^{5.400} \qquad (٤)$$

که می‌توان آن را به شکل زیر درآورد:

$$\theta = 0.5684 \psi^{-0.185} \qquad (٥)$$

در این شرایط آب قابل‌استفاده ۱۵٪ خواهد بود که افزایشی در حد ۷٪ نسبت به خاک تیمارنشده (یعنی حدود ۲ برابر) نشان می‌دهد که برای یک خاک بسیار شنی مقدار قابل‌ملاحظه‌ای است (عالمی ۱۳۶۰). البته این

مقدار ۲٪ بیشتر از مجموع افزایش آب قابل‌استفاده ناشی از کاربرد تنهای هر یک از دو ماده اصلاح‌کننده است. بنابراین به نظر می‌رسد که یک اثر تشدیدی ناشی از کاربرد همزمان این دو ماده اصلاحی در میان باشد.

منابع مورد استفاده

- اسدکاظمی، ج.، ۱۳۸٤. اثر پلیمر سوپرآب۲۰۰A و دو نوع زئولیت فیروزکوه و سمنان بر شاخصهای رشد و نیاز آبی دو گونه گیاهی فضای سبز اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته آبیاری. دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- بانج شفیعی، ش.، رهبر، ا. و خاکساریان، ف.، ۱۳۸۵. اثر نوعی پلیمر آبدوست بر ویژگیهای رطوبتی خاکهای شنی. فصلنامه تحقیقات مرتع‌وبیابان ایران، جلد ۱۳، ش ۲، ص ۱۳۹-۱٤٤.
- سهراب، ف.، ۱۳۸۲. ارزیابی تأثیر افزودن مواد جاذب رطوبت بر ظرفیت نگهداشت آب در اراضی آبخیز اردستان. پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۲ ص.
- سید دراجی، س.، گلچین، ا. و احمدی، ش.، ۱۳۸۹. تأثیر سطوح مختلف یک پلیمر سوپرجاذب (superabA200) و شوری خاک بر ظرفیت نگهداشت آب در سه بافت شنی، لومی و رسی آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲٤(۲): ۳۰٦-۳۱٦.
- طباطبایی، س.ح. و خالدی، ه.، ۱۳۸۰. اثرات کاربرد زئولیت در مسائل محیط زیست. نشریه علمی، اجتماعی و فرهنگی آب و محیط زیست، شماره ٤۷، ص ۲٤-۳۰.
- عالمی، م.ح.، ۱۳٦۰. آب و خاک (ترجمه). چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۱۷۹۲.
- غیور، ف.، اسکندری ذ. و شعرباف، ا.ح. ۱۳۸٤. بررسی و مقایسه چند ماده جاذب رطوبت بر قدرت نگهداری و پتانسیل آب در خاک. مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران، ٦-۹ شهریورماه ۱۳۸٤، کرج، ص ۲۹۳-۲۹۵.
- نادری، ف. و واشقانی، ا.، ۱۳۸۵. حفظ رطوبت خاک با استفاده از پلیمرهای جاذب آب (هیدروژل). علوم خاک و آب، شماره ۲۰، صفحات ٦٤-۷۱.
- نور افکن، ح. ۱۳۸٦. مزایای استفاده از استاکوسورب و زئولیت در آمیخته‌های خاکی گلخانه‌ها. اولین کارگاه فنی ارتقاء کارایی مصرف آب با کشت محصولات گلخانه‌ای، شماره ۱۸، ۹ص.
- Abdi, GH., 2008. Effect of natural zeolite to reducing salt stress in Kentucky bluegrass *(Poa pratensis)*. 1st Iran International Zeolite Conference, Tehran, 293: 319-320.
- Brooks, R.H. and Corey, A.T., 1964. Hydraulic properties of porous media. Colorado State University Hydrol, 3: 27p.
- Campbell G.S., 1974. A simple method for determining unsaturated conductivity from moisture retention data. Soil Sciences, 117: 311-314.
- Dourando-Neto, D., Nielsen, D.R., Hopmnas, J.W., Reichardt, K. and Santos Bacchi, O.O., 2001. Software to model soil water retention curves (SWRC, version 3.0). Scientia Agricola, ISSN 0103-9016.
- Polat, E., Karaca, M., Demir, H. and Naci Onus, A., 2004. Use of natural zeolite (Clinoptilolite) in agriculture. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 12: 183-189.
- Shaddox, T., 2004. Investigation of soil amendments for use in golf course putting green construction. Soil and Water Science, 136 p.
- Sharad, K.J., Singh, V.P., ASCE, F. and van Genuchten, M.Th., 2004. Analysis of soil water retention data using artificial neural networks. Journal of Hydrologic Engineering, 9: 415-420
- StatSoft Inc., (2004). STATISTICA (data analysis software system). version 8. www.statsoft.com.
- van Genuchten, M.Th., Leij, F.J. and Yates, S.R., 1991. The RETC code for quantifying the hydraulic functions of unsaturated soils. Research Report No, 600/2-91/065. USEPA, Environment Research Laboratory, Ada, Ok.
- Yasuda, H., Takuma, K., Mizuta, N. and Nishide, H., 1995. Water retention variety of dune sand due to zeolite addition. Bulletin of the Faculty of Agriculture, Tottori University, 48:27-34.
- Yasuda, H., Takuma, K., Fukuda, T., Suzuki, J. and Fukushima, Y., 1998. Effects of zeolite amendment on water and salt characteristics in soil proceedings of the International Agricultural Engineering Conference, Bangkok, Thailand. p 837-842.

Interaction effect of Mianeh Zeolite and Taravat® A200 polymer on water retention and available water in a coarse-textured soil

Beigi Harchegani, H.A.[1*] and Haghshenas Gorgabi, M.[2]

1*- Corresponding Author, Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran, Email: beigi.habib@gmail.com
2-M.Sc., Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

Received: 29.12.2010 Accepted: 13.11.2011

Abstract

In this study, the effects of Mianeh Zeolite and Taravat® A200 polymer on moisture content and available water content of a coarse-textured soil were investigated. Mianeh zeolite was applied at four levels (0%, 2%, 5%, and 8% on weight basis) and Taravat® A200 polymer was applied at 5 levels to the soil in a completely randomized experiment with 3 replications. Soil moisture content was determined at suctions of 0, 5, 7.5, 10, 33, 100, 500, and 1500 kPa using hanging water columns and pressure plate apparatus. The water retention curve model of Campbell (1974) was fitted to soil data. Results showed that both soil conditioners enhanced soil moisture content at measured soil suctions. The addition of more conditioner caused a larger response of soil. For example, application of 8% zeolite elevated the volumetric filed capacity from 11% to 13% and therefore increased available water content by 2% compared to the control. Also, addition of 0.2% A200 polymer increased the available water content by 6%. In addition, soil conditioners modified the shape of the moisture characteristic curve of the soil and influenced the parameters of water retention model in a manner exhibiting reduced water release rates plus the added benefit of an additive and/or a synergistic effect. For instance, simultaneous application of 5% Mianeh zeolite and 0.2% Taravat A200 polymer increased ψ_e from 0.21 to 2.00 and decreased λ from 7.37 to 5.40 and thereby increased the available water content by 7%. Simultaneous application of these amendments is possible and may reduce the needed water and/or increase irrigation intervals. Simultaneous application is also cheaper and probably will prevent plant root damage.

Key words: Mianeh zeolite, Taravat A200 polymer, Soil water retention, Campbell model